

# TEMA 6: APLICACIONES MULTIMEDIA EN TIEMPO REAL

Internet es una red de computadoras TCP/IP que basa su funcionamiento en la tecnología de conmutación de paquetes mediante un servicio no orientado a conexión.

IP no garantiza calidad de servicio.

IP solo proporciona un servicio "best-effort" o de "mejor entrega posible" o "hago lo que puedo": IP hace lo que se puede para encaminar cada paquete desde un origen a un destino tan rápidamente como sea posible: **PRIMERO QUE LLEGA, PRIMERO QUE SALE.**

El flujo es un conjunto de paquetes procedentes de una misma fuente (cámara, micrófono, teléfono, etc...) que pueden seguir diferentes rutas en el trayecto entre el origen y el destino.

Cuando IP habla de "hago lo que puedo" no promete nada sobre:

**-PERDIDAS DE PAQUETES EN LOS ROUTERS:** Vía TCP son recuperables, pero las retransmisiones TCP son inaceptables para aplicaciones multimedia interactivas en tiempo real al incrementar el retardo extremo a extremo. Además, el control de congestión TCP reduce la tasa de envío en el emisor.

**-LATENCIA EN INTERNET:** Un retardo extremo a extremo de entrega de cada paquete es una acumulación de los retardos de propagación, transmisión, proceso y espera en cola de salida (routers) en cada uno de los enlaces.

Nunca debe superarse un determinado retardo máximo para los paquetes de un determinado flujo.

**-FLUCTUACIONES (JITTER):** Los retardos variables o tiempos de estancia diferente de los paquetes de un mismo flujo en las diferentes colas de salida de los routers, son a causa de estos retardos diferentes dentro de la red, desde que se genera un paquete en el origen hasta que se recibe en el receptor, el retardo varía de paquete en paquete en un mismo flujo.

Una fluctuación alta implica una calidad desigual del sonido o la imagen. Las aplicaciones interactivas en tiempo real tienen requerimientos estrictos de latencia y fluctuación.

**-CAUDAL MÍNIMO EN INTERNET:** Capacidad mínima ofrecida a cada flujo en cada enlace en internet. IP no garantiza un caudal mínimo a cada flujo.

## 1. PARAMETROS DE CALIDAD DE SERVICIO

•**PERDIDAS:** Porcentaje de paquetes (perdidos en los routers) que no llegan al destino en un intervalo de tiempo máximo esperado.

La pérdida de uno o más paquetes IP debido al desborde del buffer de la cola del interfaz de salida de un router cuando las tasas de entrada superan las capacidades de salida.

Perdidas de paquetes IP en un router de acceso, especialmente crítico en enlaces de entrada de alta capacidad y enlaces de salida de menor capacidad.

•**LATENCIA:** Retardo extremo a extremo en Internet, en aplicaciones interactivas de audio en tiempo real los retardos menores de 150 ms son ideales al no ser percibidos por el ser humano, entre 150-400 ms son aceptables y los retardos por encima de 400 ms son inaceptables ya que impiden la interactividad en conversaciones de voz.

$$\text{RETARDO: } T_1 + P_1 + Q_1 + T_2 + P_2 + Q_2 + \dots + T_n + P_n$$

**-P: Retardo de propagación,** es fijo en función de la distancia o longitud del enlace. Es el tiempo de propagación de un bit por el enlace.

-T: **Retardo de transmisión**, es variable, depende de la capacidad y longitud del paquete. Es el tiempo de transmisión del paquete por el enlace.

-Q: **Retardo de proceso + espera en cola de salida (FLUCTUACION)**

El retardo de Proceso es el tiempo que tarda el router en procesar un paquete y colocarlo en la cola del interfaz de salida. El retardo de espera en cola es el tiempo de estancia en la cola del interfaz de salida.

La acumulación de los diferentes tiempos implicados, especialmente, la fluctuación es IMPREDECIBLE en redes IP con servicio "Hago lo que puedo".

Limitado en redes IP con QoS para determinados flujos.

•**FLUCTUACION:** Algunos datagramas IP se perderán en algún router, otros llegarán desordenados y además la mayoría de los paquetes no tendrán un mismo retardo extremo a extremo incluso si hay poca congestión.

-**EJEMPLO:** Mientras hablamos a través de una aplicación de voz sobre IP, la tarjeta de sonido genera una tasa típica de 8000 octetos/seg.

Al paquete de carga útil de 160 octetos se le añaden las cabeceras, RTP, UDP, IP y ETHERNET y el resultado se transmite por la red de acceso a un ritmo de un paquete de voz de 20 ms.

Si hay un retardo constante de 20 ms, los paquetes llegan al receptor de una forma periódica cada 20 ms y se escucha al mismo tiempo que se habla con un máximo de interactividad en la conversación.

•**CAUDAL:** Las aplicaciones requieren un mínimo de ancho de banda en cada uno de los enlaces. Se pueden producir congestiones y pérdida especialmente si el enlace de entrada es de muy alta capacidad y transmite muchos flujos.

**CAUDAL CRITICO = MIN ( CAUDAL DE LOS ENLACES)**

**CAUDAL = CAPACIDAD DEL ENLACE / N° FLUJOS.**

## 1.1 MODELOS DE CALIDAD DE SERVICIO PARA IP.

Con el crecimiento de las aplicaciones multimedia se necesitan intentos serios para garantizar la calidad de servicio o QoS añadiendo un modelo de asignación de recursos en la red.

•**MODELO DE SERVICIOS INTEGRADOS.** Modelo basado en reservar previamente recursos (caudal y retardo) en la red para cada flujo.

Incorpora señalización en redes IP:

1. Protocolo RSVP: señalización la reserva de recursos para un determinado flujo por las mejores rutas.
2. Garantías de cumplimiento en cada router para cada flujo en cuanto a caudal y retardo máximo.
3. Algunos flujos requieren mas recursos que otros.

Se calcula un árbol de enlaces de menor coste (RPM) para cada fuente que cubra a todos los miembros del grupo.

Posteriormente, se informa via protocolo RSVP a cada router implicado en el trayecto.

El algoritmo de encaminamiento no es parte de RSVP.

-**PROTOCOLO RSVP:** Abarca tanto los errores lógicos como físicos.

La reserva la hacen los receptores de un flujo, no el emisor. Se basa en que todos los mensajes que pertenecen a un flujo de datos determinado siguen el mismo camino. El receptor necesita saber, previamente, el camino de menor coste para hacer la reserva

Las tablas IP configuradas previamente mediante un IGP de multidifusión. Hay dos mensajes básicos en este protocolo.

\* **PATH:** Va por donde indican las tablas IP previamente configuradas almacenando la dirección del router precedente.

\* **RESV:** Hace la reserva salto a salto siguiendo la dirección del router precedente indicado en el mensaje **PATH** (en cada salto, el router anota en su tabla la reserva indicada)

La señalización es usuario-red (mensaje RSVP encapsulados en UDP) y router-router (mensajes RSVP encapsulados directamente en IP)

Una comunicación interactiva entre dos terminales puede requerir de reservas diferenciadas en ambas direcciones. Si la comunicación consta de varios flujos, requiere una reserva para cada flujo.

Para obtener una mejor recepción, cualquier de los receptores de un grupo puede enviar un mensaje de reserva por el árbol al emisor. El mensaje se propaga por la ruta inversa del árbol de expansión. En cada salto, el router anota en su tabla la reserva indicada (reservando buffers y caudal y si no puede: informa del fallo en el mensaje).

Si un router ya ha reservado recursos para un receptor, si recibe un mensaje RSVP de otro receptor del mismo grupo, no necesita reserva otra vez.

- **MODELO DE SERVICIOS DIFERENCIADOS:** A efectos prácticos se usa DiffServ. No requiere una configuración avanzada, ni reserva previa de recurso ni negociación extremo a extremo que consume tiempo para cada flujo.

La calidad de servicio basada en la clase del servicio. Utiliza una codificación, DSCP, de 6 bits que es la misma tanto para IPv4 e IPv6.

Es el típico modelo para un grupo de routers que forman un dominio administrativo (ISP): la administración define un conjunto de clases de servicio; los datagramas IP del cliente que entran en un dominio contienen un campo de tipo de servicio solicitando una clase de servicio determinado y previamente contratado.

El router encamina por la dirección de destino del paquete, ofreciendo los recursos indicados por la clase de servicio.

- **DSCP:** En IPv4 son los 6 bits (Tipo de Servicio, TOS) que van a continuación del campo "longitud cabecera".

En IPv6 el campo DSCP ocupa del bit 4 al 10 del primer octeto, una vez ampliado el campo prioridad a 8 bits.

El valor DSCP (6 bits), indica el funcionamiento por salto PHB o clase de servicio que se ha de aplicar.

## 2. TELEFONIA POR INTERNET:

El objetivo es utilizar Internet como una red telefónica, es decir, usar una red de conmutación de paquetes como una red de conmutación de circuitos.

- **VOZ SOBRE IP (VoIP):** Servicio telefónico IP extremo a extremo con teléfonos o terminales IP. Desde el teléfono IP se establece la conexión con el otro teléfono IP (protocolo SIP). Desde el origen, teléfono IP, salen datagramas IP con paquetes o streams RTP (trozos de voz de 20 ms) que se encaminan por Internet o por cualquier red privada IP. Las aplicaciones de telefonía IP más conocidas: Skype, VoIPBuster, Jajah, etc
- **TELEFONIA IP (ToIP):** Servicio telefónico IP extremo a extremo con teléfonos o terminales "no IP" (teléfonos digitales que emplean tecnología PCM o teléfonos analógicos convencionales) que hacen uso del servicio VoIP mediante "Gateways media" o pasarelas que convierten los paquetes IP en señales digitales o analógicas y viceversa. Desde el origen, teléfono digital, sale una señal PCM (pulsos digitales) hasta el Gateway. Desde el origen, teléfono analógico, sale una señal analógica hasta el Gateway o pasarela.

Podemos observar tres escenarios de VoIP y ToIP:

1. **Del teléfono IP (o PC) a teléfono IP (o PC):** se envían datagramas IP con paquetes RTP de voz (VoIP)
2. **Del teléfono IP (o PC) a teléfono convencional:** se envían datagramas IP con paquetes RTP de voz (VoIP) hasta el Gateway que convierte los datagramas IP en señales analógicas o digitales y viceversa.
3. **Del teléfono (analógico o digital) a teléfono (analógico o digital):** datagramas IP con paquetes RTP de voz (VoIP) entre los gateways de cada teléfono.

Los teléfonos IP pueden actuar como conmutadores Ethernet

**VoIP = AUDIO (6.7xx)/(12)RTP/(8)UDP/(20)IP/(18+8)ETHERNET**

6.7xx ==> NORMA CODEC

## • PROTOCOLOS DE CONEXIÓN PARA VoIP Y ToIP:

**-PROTOCOLO SIP:** Protocolo de inicio e sesión o conexión del nivel de aplicación diseñado para establecer mantener y finalizar una llamada entre: dos teléfonos IP o entre teléfonos "no IP" via procesadores de llamadas.

Un procesador de llamadas puede ser interno o incluido dentro del propio Gateway o externo conectado al mismo conmutador o switch Ethernet al que está conectado Gateway.

Funciona sobre TCP o UDP.

**-H.323:** Estándar para permitir a los teléfonos de RTC hablar con PCs. Es una pasarela que conecta Internet a la red telefónica transformando un mensaje de la RTC a Internet. Utiliza varios protocolos para establecer y mantener la comunicación de voz..

## • PROTOCOLO RTP:

Proporciona, extremo a extremo, soporte para el transporte de paquetes o streams de audio y video en tiempo real (en unidifusión y multidifusión) entre un servidor y un cliente streaming.

**-STREAMING:** Proceso que divide los datos multimedia en paquetes del tamaño adecuado para su correcta difusión, permitiendo que el cliente de streaming reproduzca el primer paquete, mientras decodifica el segundo y recibe el tercero, ...

Streaming no es igual que un servicio de descarga (transferencia de ficheros para su posterior reproducción)

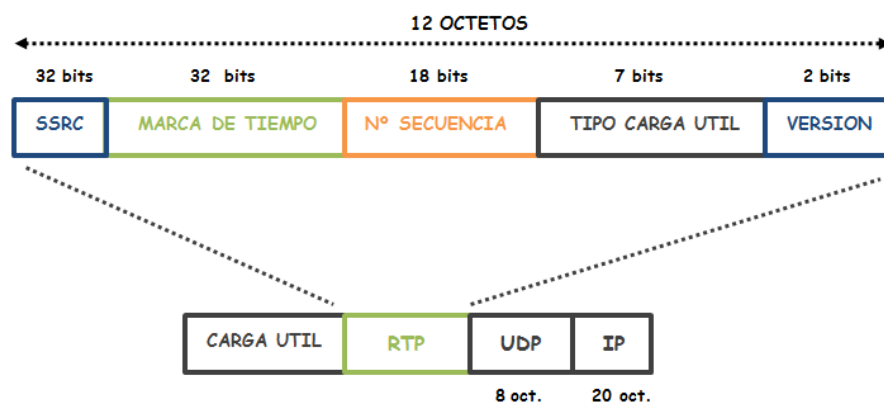
RTP no ocupa un nivel específico TCP/IP, pero generalmente se implementa dentro del nivel de aplicación. Se **ENCAPSULA SOBRE UDP**.

Permite la **DETECCION DE PAQUETES PERDIDOS** y **CONTROL DE PAQUETES DESORDENADOS** mediante un número de secuencia.

Realiza el control de la fluctuación de cada paquete en recepción mediante un **BUFFER DE REPRODUCCION** en donde se almacenan los paquetes previamente y durante un tiempo de espera (timestamp) antes de ser reproducidos. Si un paquete llega fuera de plazo de espera no se reproduce.

El **TIMESTAMP** es el plazo máximo de espera de un paquete o stream RTP para almacenarlo en el buffer de recepción antes de su reproducción, retrasa la reproducción hasta que los paquetes llegan en un determinado plazo de espera.

### -CABECERA RTP:



- \* **SSRC (32 bits):** Indica el flujo al que pertenece el paquete: flujo de video o audio para agrupar los paquetes de un flujo  
FLUJO = dir IP + SSRC
- \* **MARCA DE TIEMPO (32 bits):** Control de latencia y fluctuación (sólo se reproducirán los paquetes que llegan en un tiempo determinado al buffer del receptor)
- \* **NUMERO DE SECUENCIA (18 bits):** Control de paquetes perdidos y desordenados.
- \* **TIPO DE CARGA UTIL (7 bits):** Formato de datos y algoritmo de compresión/descompresión.

- **PROTOCOLO RTCP:** Diseñado para trabajar conjuntamente con RTP.

Responsable de la información de la calidad de recepción para que el emisor pueda ajustar su transmisión: los participantes se envían periódicamente paquetes RTCP para informar, fundamentalmente, sobre la calidad de recepción o estadísticas de recepción de los paquetes RTP.

Se encapsula sobre UDP.

Podemos diferenciar dos tipos de paquetes RTCP:

-**INFORME DEL RECEPTOR:** Contiene datos acerca de la calidad de recepción: número de secuencia más alto recibido, número de paquetes perdidos, información sobre paquetes desordenados y marcas temporales.

-**INFORME DEL EMISOR:** Contiene datos acerca de la calidad de recepción: datos de sincronización intermedia, contadores de paquetes y número de bytes enviados. El mensaje "BYE" indica fin de participación.

**NO EXISTEN NÚMEROS DE PUERTO FIJOS PARA RTP NI RTCP: EL PRIMER NÚMERO DE PUERTO PAR ES PARA RTP Y EL SIGUIENTE PARA RTCP.**

- **SKYPE:** Red telefónica peer-to-peer por Internet. Conexión entre pares vía UDP.

Se inicia un servicio de búsqueda para iniciar la sesión que consiste en localizar al otro usuario que puede estar en cualquier máquina conectada.

Cuando se inicia una llamada se establece una conexión directa con la persona PC a PC, e indirecta a través de al menos 1 supernodo si en el medio hay servidores NAT y/o firewalls (filtrando aplicaciones sobre UDP).